



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Effects of Host Plant Transplantation on the Population of the Root Aphid, *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki) (Homoptera: Pemphigidae) in the Laboratory 【Research report】

室內進行寄主植物轉移對粗長毛禾根綿蚜族群之影響(同翅目：瘦綿蚜科) 【研究報告】

Mei-Hwa Kuo* and Yu-Hui Kuo
郭美華*、郭雅惠

*通訊作者E-mail: mhkuo@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2003/06/13 Accepted: 2003/12/20 Available online: 2003/12/01

Abstract

Host alterations of the root aphid, *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki), among four host plants (*Eleusine indica*, *Oryza sativa*, *Zea mays*, and *Sorghum bicolor*) were studied by comparing adult longevity, fecundity, and population parameters in the laboratory. Transplanted host plants were evaluated at $30\pm 1\sim 2^\circ\text{C}$ (70-80% RH; 12L: 12D) for continuous observations on six generations. Survivorship for nymphs growing to adults of *T. nigriabdominalis* in the first generation when transferred from *E. indica* to *O. sativa*, *Z. mays*, or *S. bicolor* was lower than 50%, and that of aphids transferred from *O. sativa* to *E. indica* was 52%. Nymph mortality decreased over three generations after host transfer. Survivorship of adult continually increased with time up to six generations to 78~92%. Adult fecundity, the intrinsic rate of increase, the finite rate of increase, and the net reproductive rate of populations continually increased to six generations after transplantation. However, there were no significant differences after the populations had bred for three or four generations on the four host plants.

摘要

於實驗室中，研究粗長毛禾根綿蚜 (*Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki)) 在四種寄主植物 (牛筋草 *Eleusine indica*、水稻 *Oryza sativa*、玉米 *Zea mays* 及高粱 *Sorghum bicolor*) 轉移對其成蚜壽命、繁殖率及族群介量之影響。在 $30\pm 1\sim 2^\circ\text{C}$ (70-80%RH; 光週期 12L: 12D) 下進行寄主植物轉移試驗，連續觀察 6 個世代，於四組轉移寄主植物中，粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻、玉米及高粱之第 1 世代，若蚜可成功存活至成蚜比例皆不到 50%，而由水稻轉移至牛筋草之第 1 世代之若蚜存活比例為 52%，若蚜於第 3 世代後死亡率下降，隨著世代數增加，在轉移寄主上若蚜可成功存活至成蚜比例則上升，可達 78 至 92%。轉移寄主植物後之成蚜繁殖率、內在增殖率、終極增長率及淨增殖率皆隨世代數增加而上升至第 3 或第 4 世代後則沒有明顯差異。

Key words: *Tetraneura nigriabdominalis*, host plant transplantation, *Eleusine indica*, *Oryza sativa*, *Zea mays*, *Sorghum bicolor*.

關鍵詞: 粗長毛禾根綿蚜、轉移寄主、牛筋草、水稻、玉米、高粱。

Full Text: [PDF \(0.93 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

室內進行寄主植物轉移對粗長毛禾根綿蚜族群之影響 (同翅目：瘿綿蚜科)

郭美華* 郭雅惠 國立中興大學昆蟲學系 台中市 402 國光路 250 號

摘要

於實驗室中，研究粗長毛禾根綿蚜 (*Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki)) 在四種寄主植物 (牛筋草 *Eleusine indica*、水稻 *Oryza sativa*、玉米 *Zea mays* 及高粱 *Sorghum bicolor*) 轉移對其成蚜壽命、繁殖率及族群介量之影響。在 $30 \pm 1 \sim 2^\circ\text{C}$ (70-80%RH; 光週期 12L: 12D) 下進行寄主植物轉移試驗，連續觀察 6 個世代，於四組轉移寄主植物中，粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻、玉米及高粱之第 1 世代，若蚜可成功存活至成蚜比例皆不到 50%，而由水稻轉移至牛筋草之第 1 世代之若蚜存活比例為 52%，若蚜於第 3 世代後死亡率下降，隨著世代數增加，在轉移寄主上若蚜可成功存活至成蚜比例則上升，可達 78 至 92%。轉移寄主植物後之成蚜繁殖率、內在增殖率、終極增長率及淨增殖率皆隨世代數增加而上升至第 3 或第 4 世代後則沒有明顯差異。

關鍵詞：粗長毛禾根綿蚜、轉移寄主、牛筋草、水稻、玉米、高粱

前言

粗長毛禾根綿蚜 (*Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki)) 屬於同翅目 (Homoptera)、瘿綿蚜科 (Pemphigidae)、四脈綿蚜屬 (*Tetraneura*) 之昆蟲，分佈於臺灣、中國大陸、日本、印度、馬來西亞、菲律賓、印尼、斯里蘭卡、巴基斯坦、紐西蘭、澳洲、美國及非洲等地區 (Blackman and Eastop, 1985; Tao, 1990)。

在斯里蘭卡此蚜蟲於 1976 年乾季時發現

會危害水稻根部高出來的部分 (Akibo-Betts and Raymudo, 1978)，長至成蚜時體長約 3 到 5 mm，體呈圓形，體色為褐色，無腹管，體壁覆蓋薄薄的白粉，通常約有 70% 的蚜蟲族群會與白蟻同時發生，且大部分的白蟻為 *Pericapritermes socialis* 種類 (Akibo-Betts and Raymudo, 1978)。Wijerathna and Edirisinghe (1995) 研究報告指出調查 42 種雜草上有 8 種蚜蟲出現，以無肘脈蚜 (*Hysteroneura setariae*) 可出現在 16 種雜草上為最多，萱芒蚜 (*Sitobion miscanthi*) 第

*論文聯繫人
e-mail: mhkuo@dragon.nchu.edu.tw

二，粗長毛禾根綿蚜居第三，且偏好於生長在微濕及砂質鬆散土壤之地毯草(*Axonopus affinis*)根部上吸食汁液，而在為害植株根部附近常會發現大量螞蟻及蟻巢，蚜蟲會產生蜜露吸引螞蟻前來，而螞蟻有時會將粗長毛禾根綿蚜搬移至不同植物上，避免寄生性及捕食性天敵的危害。Akibo-Betts and Raymudo (1978)記載粗長毛禾根綿蚜與無肘脈蚜常會同時發生，但危害不同部位。無肘脈蚜於1984年Blackman and Eastop已記載為植物病毒媒介者，會傳播黃萎縮病及炭紋病，因此被病毒感染之植株常發生黃化或扭曲變形之情形。

1986年在菲律賓記錄12種昆蟲於小麥(*Triticum aestivum*)上之連續發生，其中馬來西亞稻芒角蠅(*Atherigona oryzae*)及粗長毛禾根綿蚜於小麥苗生長第9天後最早開始出現，而無肘脈蚜於第16天後才出現。粗長毛禾根綿蚜能在93天小麥生長期中皆有出現，以第9天出現10隻/苗蚜蟲為最多(Hasan and Cervancia, 1986)。

在日本及中國大陸華北地區，粗長毛禾根綿蚜具有轉換寄主之完全生活史，有性世代之雌蚜產卵在榆科(Ulmaceae)之榆樹(elm)上越冬，待春天來臨時卵孵化且生長發育至成蚜時稱之為幹母，並在榆樹葉上造蟲癭(gall)，每隻幹母可胎生30-50隻若蚜，以有翅型居多。夏初時遷飛至玉米、高粱等禾本科植物根部行孤雌生殖，秋末時則產生性母(sexuparae)，性母產下有性世代之雌蚜及雄蚜，再遷回榆樹上交尾，準備產卵越冬(Enoki, 1986; Zhang, 1999)。

在臺灣主要聚集於禾本科植物之根部上吸食，包括水稻、玉米、小麥、高粱、甘蔗、牛筋草及茅草等植物(Blackman and Eastop, 1984; Tao, 1990)，且目前並無有性世代之記錄(Tao, 1990)及進一步相關研究報告。

Akibo-Betts and Raymudo (1978)報告有提到，當田間缺乏主要栽培作物時，田間周遭雜草能提供粗長毛禾根綿蚜作為暫時轉移之寄主植物，例如牛筋草(*Eleusine indica*)、鴨嘴草(*Ischaemum rugosum*)、狼尾草之一種 *Pennisetum subangustum* 及一種雀稗類之 *Paspalum commersonii* 等雜草，待種植作物時，再遷回作物上取食，而上述雜草普遍持續存在田間，因此雜草防除與管理顯得非常重要。本研究以人工接種方式觀察粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移到三種禾本科作物上連續6個世代後，對其族群之影響，包括成蚜壽命、繁殖及族群介量之表現，冀望藉由研究結果能建立有關此蚜蟲更多之生態資料，以提供將來田間管理之參考依據。

材料與方法

一、供試寄主植物之準備

牛筋草(*Eleusine indica*)

於中興大學校園內採約10cm高之牛筋草植株，帶回實驗室。將根部清潔處理後，以直徑4cm、高4cm之圓柱海綿包覆根部並預留1.5-2cm根部露於海綿上方，放入裝有蛭石之指形管(直徑3.5cm、高15cm)中。

水稻(*Oryza sativa*)

試驗用之水稻採用台梗8號品種。將水稻種子浸泡於水中以促進其發芽，每日更替清水一次，約5-7天後再把種子平鋪至裝有蛭石之培養皿(直徑9cm、高1.5cm)上，置放在溫度30°C(±1-2°C)、光週期12L:12D之生長箱中，再經一週後取出水稻苗。將其根部清潔處理後，以圓柱海綿包覆根部並預留1.5-2cm根部露於海綿上方，並放入裝有蛭石之指形管中。

玉米(*Zea mays*)

試驗用之玉米採用華珍甜玉米品種。將玉米種子平鋪至裝有蛭石之水盆(長 23 cm、寬 19 cm、高 8 cm)上,置放在溫度 30°C(±1-2°C)、光週期 12L: 12D 之生長箱中。約 10 天後取出玉米幼苗,將其根部清潔處理後,並以圓柱海綿包覆根部並預留 1.5-2 cm 根部露於海綿上方,再放入裝有蛭石之指形管中。

高粱(*Sorghum bicolor*)

試驗用之高粱採用台中 5 號品種。將高粱種子平鋪至裝有蛭石之水盆上,置放於溫度 30°C(±1-2°C)、光週期 12L: 12D 之生長箱中。約 10 天後取出高粱幼苗,將其根部清潔處理後,以圓柱海綿包覆根部並預留 1.5-2 cm 根部露於海綿上方,放入裝有蛭石之指形管中。

二、供試蟲源之飼育

試驗用之粗長毛禾根綿蚜採自台灣農業試驗所水稻田田埂邊之牛筋草根節上。將粗長毛禾根綿蚜帶回實驗室後,分別移入裝有牛筋草及水稻之指形管中,並用紗布覆蓋住管口,防止蚜蟲爬出。於定溫 25°C(±1-2°C)、光週期 12L: 12D 之生長箱中飼育 2 個月以上,再作為試驗用之蟲源,並 3-4 天更換寄主植物一次。

三、轉移寄主試驗

先從供試蟲源之原寄主牛筋草中挑取甫羽化之無翅型母蚜置於新寄主水稻、玉米及高粱上,約 4 小時待母蚜產出若蚜後,留下新產出之若蚜一隻,將母蚜及其他若蚜移出,於新寄主上做單隻飼育。各處理置於溫度 30 ± 1-2°C、光週期 12L: 12D 生長箱中連續飼育 6 個世代,每世代 50 重複,並 3-4 天更換寄主植物。若蚜發育至成蚜時,觀察紀錄其存活率,並觀察紀錄成蚜每日產子代數及成蚜存活天數。另一供試蟲源原寄主水稻則進行轉移寄

主至牛筋草上之試驗,試驗方法及步驟同上。

四、數據分析

計算粗長毛禾根綿蚜在轉移寄主後 6 世代及不同寄主間之若蚜存活率、成蚜壽命、成蚜產子代數並利用 Chi (1997)之兩性生命表電腦程式求得粗長毛禾根綿蚜族群之內在增殖率(intrinsic rate of increase, r),終極增長率(finite rate of increase, λ),淨增殖率(net reproduction rate, R_0),平均世代時間(mean generation time, T)等各項族群介量。並以 SAS 之 Proc GLM 進行在轉移寄主及不同寄主植物間成蚜壽命、成蚜產子代數及各族群介量之變方分析,若具有顯著差異時,再利用 Tukey's HSD 分析比較轉移寄主及不同寄主植物間成蚜壽命、成蚜產子代數及各項族群介量之差異(SAS Institute, 2000)。

結 果

一、牛筋草轉移至水稻

表一為粗長毛禾根綿蚜由原寄主牛筋草轉移至水稻上之成蚜壽命及繁殖率。經 ANOVA 分析後得知不同世代之成蚜壽命具顯著差異($F=2.79$; $df=5, 227$; $p=0.0182$),且隨代數增加,成蚜壽命有延長趨勢,其中以第 1 世代之 9.04 天為最短;第 2~6 世代分別為 9.64、9.66、9.50、11.37 及 10.33 天,但 5 個世代間不具有顯著差異。

替換至水稻上之繁殖率則隨世代數增加而上升,且各世代間具有顯著差異($F=17.01$; $df=5, 227$; $p<0.0001$)。其中至 4、5 及 6 世代為高,平均每隻母蚜可產 41.70、45.70 及 39.85 隻子代;其次為第 3 世代之 34.44 子代/♀第 1 及 2 世代則較少,分別為 14.52 及 24.50 子代/♀。

表一 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻之成蚜壽命及繁殖率

Table 1. Longevity and fecundity of *Tetraneura nigriabdominalis* adults when transferred from *Eleusine indica* to *Oryza sativa*

Generation	Longevity (day)		Fecundity (offspring/♀)	
	n^1	Mean (SD)	n	Mean (SD)
1	23	9.04b ² (3.11)	23	14.52d (9.16)
2	36	9.64ab (3.30)	36	24.50cd (13.23)
3	41	9.66ab (2.74)	41	34.44bc (14.12)
4	44	9.50ab (3.62)	44	41.70ab (23.78)
5	43	11.37a (3.05)	43	45.70a (16.29)
6	46	10.33ab (2.24)	46	39.85ab (11.66)

¹ n : number surviving at each generation.

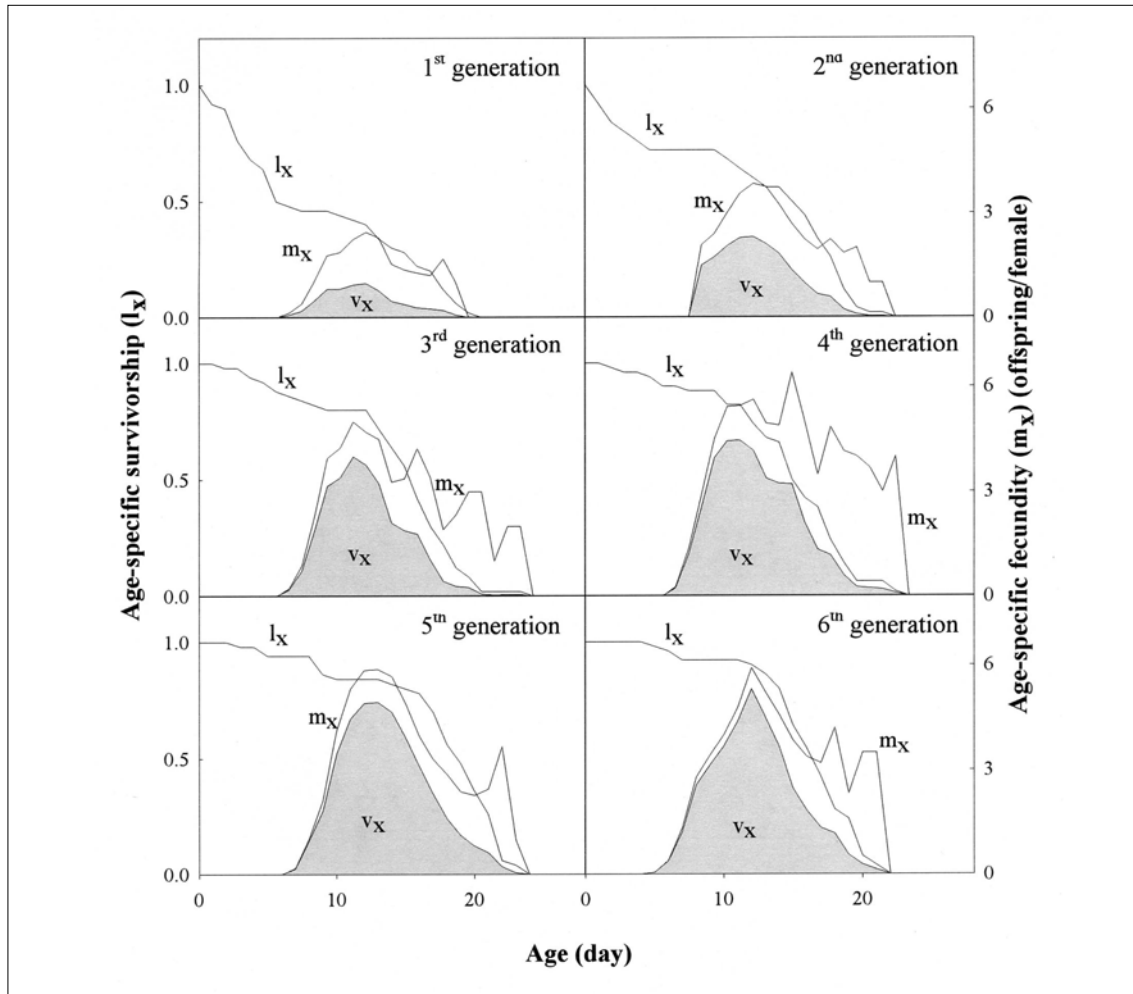
² Means followed by the same letter within a column do not significantly differ at the 5% significance level according to Tukey's HSD multiple range test.

粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)曲線如圖一所示。在第 1~6 世代中, 族群存活天數分別為 21、23、25、24、23 及 21 天; 但第 1 世代, 僅 46% 的若蚜可成功存活至成蚜(表二), 且 50% 族群自然死亡時間 6 天為最短。第 2~6 世代能存活至成蚜之若蚜比例分別為 72、82、88、86 及 92%, 隨世代數增加, 若蚜存活達 90% 以上趨勢, 50% 族群自然死亡時間分別為 16、17、16、19 及 17 天。

由齡別繁殖率曲線可知, 轉移至水稻上之 v_x 以第 1 世代所佔之面積最小, 而第 3~6 世代則較大。於第 3~6 世代皆具有較高之生殖高峰, 每隻母蚜分別於第 17、16、19 及 17 天平均可產下 5.0、5.6、5.8 及 5.9 隻子代。第 1 及 2 世代之生殖高峰則較低, 母蚜皆於第 13 天產下 2.45 及 3.83 隻子代。

轉移至水稻上之族群介量在 6 個世代的表現如表三所示。終極增長率(λ)隨著世代數增

加而上升達較大值, 且不同世代之間具有顯著差異($F=37.21$; $df=5, 294$; $p<0.0001$); 第 1 世代之 1.1540/天為最低, 第 4~6 世代則無明顯差異, 分別為 1.3177、1.3146 及 1.3507/天。同樣地, 6 個世代之內在增殖率(r)亦隨著世代數增加而上升, 且各世代之間彼此具有顯著差異($F=35.54$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)以第 1 世代之 0.1432/天為最低, 至第 6 世代達最高值, 0.3006/天。淨增殖率(R_0)不同世代間亦具有顯著差異($F=23.10$; $df=5, 294$; $p<0.0001$), 以第 4 世代之 36.6 子代/♀、第 5 世代之 39.3 子代/♀及第 6 世代之 36.6 子代/♀表現較佳, 但三者間並沒有顯著差異; 而第 1 世代的 6.7 子代/♀及第 2 世代的 17.6 子代/♀則為 6 個世代中表現較低者, 二者間沒有顯著差異。在 6 個世代中, 平均世代時間(T)並不隨著世代數增加而縮短, 第 1~5 世代分別為 13.26、13.55、13.07、13.05 及 13.42 天, 彼此間無顯著差異, 但至第 6 世代之 11.98 天明



圖一 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)。
 Fig. 1. Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Oryza sativa*.

顯為最短($F=6.36$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)。

二、水稻轉移至牛筋草

粗長毛禾根綿蚜由原寄主水稻轉移至牛筋草上之成蚜壽命及繁殖率如表四所顯示。不同世代之成蚜壽命具有顯著差異($F=24.31$; $df=5, 229$; $p<0.0001$)，且以第2世代的8.17天為最短；而第1及3~6世代分別為9.46、9.32、9.95、9.93及9.55天，5個世代間並無

顯著差異。

轉移到牛筋草上之不同世代中繁殖率亦有顯著差異($F=24.31$; $df=5, 229$; $p<0.0001$)，且隨世代數增加而上升。其中第1世代的10.31子代/♀為最低；至第4、5及6世代達較高繁殖，平均每隻母蚜可產27.52、31.77及33.19隻子代，3個世代間無顯著差異。

圖二為粗長毛禾根綿蚜由水稻轉移至牛

表二 粗長毛禾根綿蚜轉移寄主後之存活率

Table 2. Survival rate (%) of *Tetraneura nigriabdominalis* adults after host plant transfer

Generation	Host plant transplantation			
	<i>E. indica</i> to <i>O. sativa</i>	<i>O. sativa</i> to <i>E. indica</i>	<i>E. indica</i> to <i>Z. mays</i>	<i>E. indica</i> to <i>S. bicolor</i>
1	46	52	44	34
2	72	82	60	54
3	82	82	74	72
4	88	84	82	82
5	86	86	86	80
6	92	84	86	78

E., *Eleusine*; *O.*, *Oryza*; *Z.*, *Zea*; *S.*, *Sorghum*.

表三 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至水稻之族群介量

Table 3. Population parameters of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Oryza sativa*

Generation	Finite rate of	Intrinsic rate of	Net reproductive	Mean
	increase	increase	rate	generation time
	λ (1/d)	r (1/d)	R_0 (offspring/♀)	T (day)
	(SEM)	(SEM)	(SEM)	(SEM)
1	1.1540d ¹	0.1432d	6.7d	13.26a
	(0.0184)	(0.0157)	(1.3)	(0.25)
2	1.2360c	0.2119c	17.6cd	13.55a
	(0.0113)	(0.0093)	(2.2)	(0.15)
3	1.2912b	0.2555b	28.2bc	13.07a
	(0.0099)	(0.0076)	(2.6)	(0.23)
4	1.3177ab	0.2759ab	36.6ab	13.05a
	(0.0099)	(0.0078)	(3.7)	(0.21)
5	1.3146ab	0.2735ab	39.3a	13.42a
	(0.0095)	(0.0071)	(3.1)	(0.20)
6	1.3507a	0.3006a	36.6ab	11.98b
	(0.0094)	(0.0066)	(2.2)	(0.24)

¹ Same as in Table 1.

筋草之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)曲線。於第 1~6 世代中，族群存活天數分別為 23、23、24、25、24 及 26 天；在第 1 世代，有 52% 的若蚜可成功存活至成蚜，且 50% 族群自然死亡時間 15 天為最短；第 2~6 世代能存活至成蚜族群比例介於 82~86% (表二)，50% 族群自然死亡時間以第 4 世代 20 天為最長；第 2 世代 50% 族群自然死亡時間為 17 天，而第 3、5 及 6 世代 50% 族群自然死亡時間皆為 19 天。

由齡別繁殖率曲線可知，轉移至牛筋草上於第 5 及 6 世代具有較高之生殖高峰，母蚜皆於第 19 天分別可產下 5.1 及 5.4 隻子代/♀。第 1 世代之生殖高峰則最低，母蚜於第 15 天產下 1.6 隻子代/♀。繁殖淨值(v_x)隨世代數增加而面積增加；以第 1 世代所佔之面積為最小，而第 4~6 世代有較大面積。

轉移至牛筋草上之族群介量表表現見表五。終極增長率(λ)於不同世代間具有顯著差異($F=32.97$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)，且隨

表四 粗長毛禾根綿蚜由水稻轉移至牛筋草之成蚜壽命及繁殖率

Table 4. Longevity and fecundity of *Tetraneura nigriabdominalis* adults when transferred from *Oryza sativa* to *Eleusine indica*

Generation	Longevity (day)		Fecundity (offspring/♀)	
	n^1	Mean (SD)	n	Mean (SD)
1	26	9.46ab ² (1.96)	26	10.31d (3.89)
2	41	8.17b (2.12)	41	20.29c (9.20)
3	41	9.32ab (2.51)	41	22.51bc (9.16)
4	42	9.95a (2.58)	42	27.52ab (11.13)
5	43	9.93a (2.44)	43	31.77a (10.89)
6	42	9.55ab (2.37)	42	33.19a (11.13)

^{1,2} Same as in Table 1.

著世代數增加而上升，以第 1 世代之 1.1069/天為最低，第 3~6 世代則較高，分別為 1.2251、1.2413、1.2580 及 1.2610/天。同樣地，6 個世代之內在增殖率(r)亦隨著世代數增加而上升，且具顯著差異($F=34.77$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)；第 1 世代之 0.1016/天為最低，第 3~6 世代分別為 0.2030、0.2162、0.2295 及 0.2319/天為較高。在不同世代間族群之淨增殖率(R_0)亦具有顯著差異($F=20.58$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)；其中以第 1 世代之 5.4 子代/♀為最低，且隨著世代數增加而具有顯著之增加，第 1~6 世代依序為 16.2、18.0、22.6、26.8 及 27.4 子代/♀。平均世代時間(T)以第 1 世代的 16.53 天明顯較第 2~6 世代之 14.20、14.25、14.43、14.33 及 14.27 天為長($F=5.31$; $df=5, 294$; $p=0.0001$)，第 2~6 世代並無顯著差異。

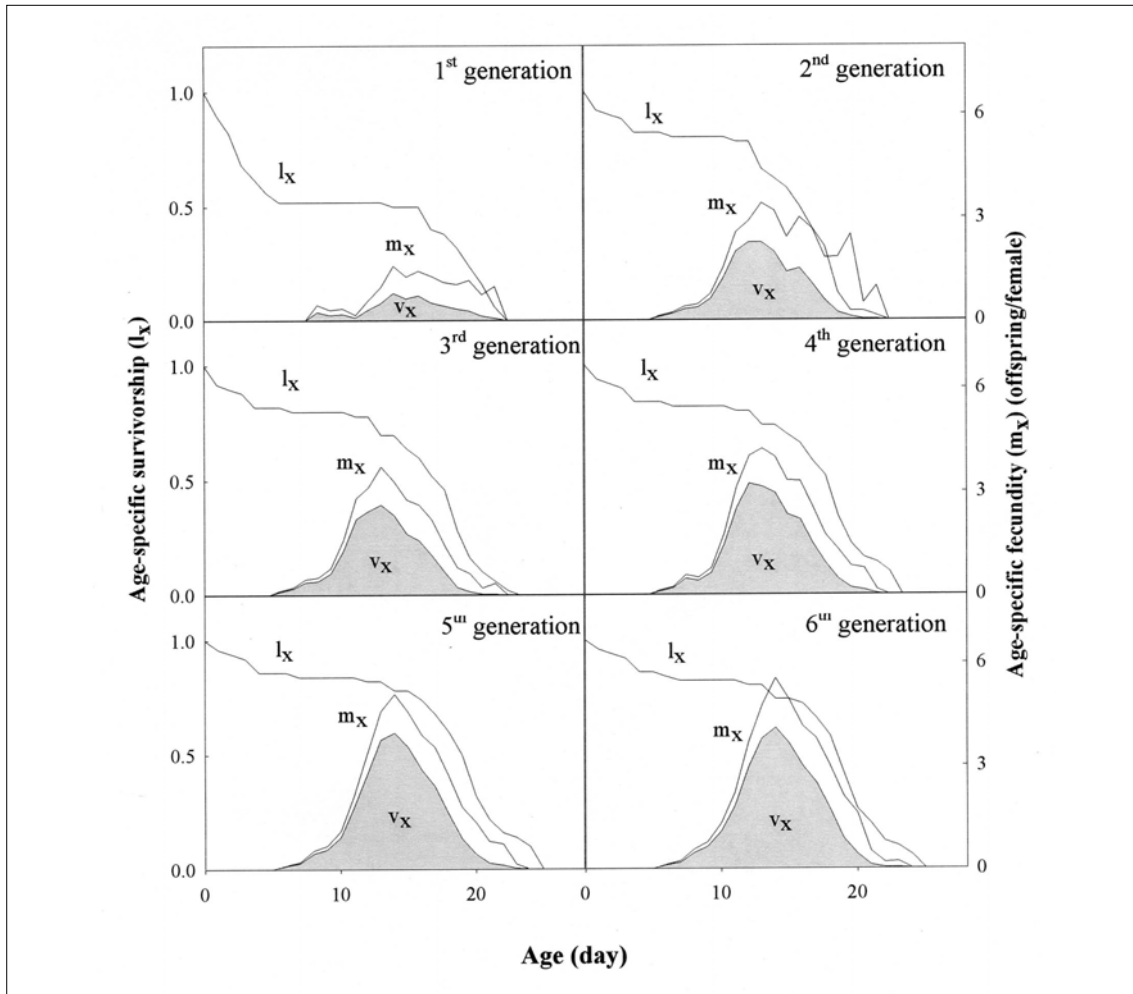
三、牛筋草轉移至玉米

粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至玉米上之成蚜壽命經 ANOVA 分析後得知不同世代

間具有顯著差異($F=6.53$; $df=5, 210$; $p<0.0001$) (表六)，且隨著世代增加而上升，其中以第 1 及第 2 世代之 9.36 及 10.60 天較短；第 3~6 世代分別為 11.30、11.39、11.42 及 12.63 天，且 4 者之間不具有顯著差異。

轉移至玉米上之繁殖率亦隨著世代數增加而上升，且彼此間具有顯著差異($F=35.10$; $df=5, 210$; $p<0.0001$)。其中以第 4、5 及 6 世代較高，平均每隻母蚜可產 32.00、39.21 及 39.23 隻子代；其次為第 2 及 3 世代之 18.70 及 24.32 子代/♀；而第 1 世代則為最低，為 10.00 子代/♀。

粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至玉米之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)曲線如圖三所示。在第 1~6 世代中，族群存活天數分別為 22、26、25、25、26 及 27 天；在第 1 世代，只有 44%的若蚜可成功存活至成蚜，而 50%族群自然死亡時間為 5 天，為 6 個世代中最短者。第 2~6 世代能存活至成蚜族群比例則隨世代數增加而上升，分別為 60、74、82、86 及 86%(表二)，50%族群自



圖二 粗長毛禾根綿蚜由水稻轉移至牛筋草之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)。
 Fig. 2. Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Oryza sativa* to *Eleusine indica*.

然死亡所需時間亦具有相同趨勢，分別為 20、21、22、22 及 23 天。

由齡別繁殖率曲線可知，轉移至玉米上第 1~6 世代之生殖高峰隨著世代數增加而上升，且以第 1 世代之生殖高峰為最低，母蚜於第 15 天產下 1.52 之子代/♀；而在第 2~5 世代中，母蚜分別於第 16、16、17 及 15 天產下 2.83、3.03、4.03 及 4.98 隻子代/♀；而在第 6 世代之生殖高峰則為最高，母蚜於第 16 天

可產下 5.17 隻子代/♀。繁殖淨值所涵蓋面積，隨世代增加所佔之面積變大。

表七為轉移至玉米上之族群介量在 6 個世代之表現。終極增長率(λ)隨著世代數增加而上升，且不同世代之間具有顯著差異($F=36.21$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)，以第 1 世代之 1.0901/天為最低，其次為第 2 世代之 1.1553/天，第 4~6 世代則較高，分別為 1.2318、1.2559 及 1.2569/天。相同地，族群

表五 粗長毛禾根綿蚜由水稻轉移至牛筋草之族群介量

Table 5. Population parameters of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Oryza sativa* to *Eleusine indica*

Generation	Finite rate of	Intrinsic rate of	Net reproductive	Mean
	increase λ (1/d) (SEM)	increase r (1/d) (SEM)	rate R_0 (offspring/♀) (SEM)	generation time T (day) (SEM)
1	1.1069c ¹ (0.0113)	0.1016c (0.0102)	5.4c (0.8)	16.53a (0.47)
2	1.2167b (0.0099)	0.1962b (0.0081)	16.2b (1.6)	14.20b (0.40)
3	1.2251ab (0.0106)	0.2030ab (0.0078)	18.0b (1.7)	14.25b (0.38)
4	1.2413ab (0.0111)	0.2162ab (0.0078)	22.6ab (2.0)	14.43b (0.38)
5	1.2580ab (0.0115)	0.2295ab (0.0072)	26.8a (2.1)	14.33b (0.37)
6	1.2610a (0.0102)	0.2319a (0.0078)	27.4a (2.3)	14.27b (0.38)

¹ Same as in Table 1.

表六 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至玉米之成蚜壽命及繁殖率

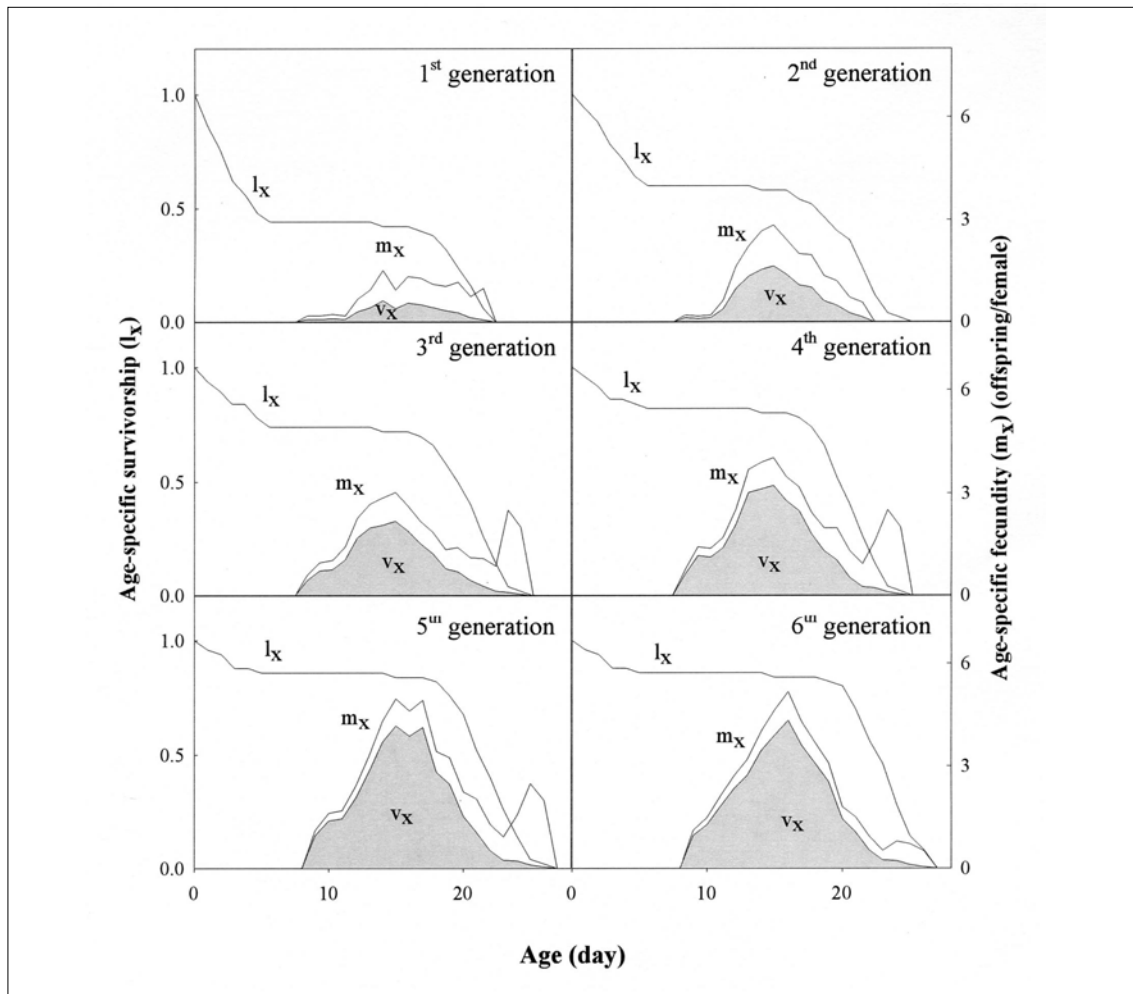
Table 6. Longevity and fecundity of *Tetraneura nigriabdominalis* adults when transferred from *Eleusine indica* to *Zea mays*

Generation	n^1	Longevity (day)	n	Fecundity (offspring/♀)
		Mean (SD)		Mean (SD)
1	22	9.36c ² (2.13)	22	10.00d (4.16)
2	30	10.60bc (2.43)	30	18.70c (6.11)
3	37	11.30ab (2.36)	37	24.32bc (11.64)
4	41	11.39ab (2.29)	41	32.00ab (11.28)
5	43	11.42ab (2.25)	43	39.21a (13.04)
6	43	12.63a (2.34)	43	39.23a (12.77)

^{1,2} Same as in Table 1.

之內在增殖率(r)亦隨著世代數增加而上升,且不同世代之間具有顯著差異($F=37.38$; $df=5, 294$; $p<0.0001$),以第1世代之0.0863/天為最低,其次為第2世代之0.1443/天,第4~6世代分別為0.2085、0.2279及0.2286/天則較

高。淨增殖率(R_0)於不同世代間具有顯著差異($F=34.35$; $df=5, 294$; $p<0.0001$),以第1世代的4.4子代/♀及第2世代的11.2子代/♀為6個世代中表現較低者,二者間並無顯著差異;而第4~6世代之26.2、33.7、35.9子代/♀



圖三 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至玉米之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)。

Fig. 3. Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Zea mays*.

♀則表現較佳，但且三者間並無顯著差異。平均世代時間(T)於不同世代中具有顯著差異($F=4.18$; $df=5, 294$; $p=0.0011$)，有隨著世代數增加而縮短之趨勢，第 1~6 世代之平均世代時間依序為 17.17、16.75、15.77、15.66、15.43 及 15.38 天。

四、牛筋草轉移至高粱

表八為粗長毛禾根綿蚜轉移至高粱上之

成蚜壽命及繁殖率。經 ANOVA 分析後得知不同世代之成蚜壽命不具顯著差異($F=0.33$; $df=5, 194$; $p=0.8917$)，第 1~6 世代之成蚜壽命介於 7.29~7.71 天之間。

轉移至高粱後之繁殖率於不同世代之間具有顯著差異($F=4.56$; $df=5, 194$; $p=0.0006$)。其中以第 1 世代最低，平均每隻母蚜可產 10.12 隻子代；而第 2~6 世代中，母蚜平均可產 13.74、18.19、19.54、16.80 及 18.67

表七 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至玉米之族群介量

Table 7. Population parameters of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Zea mays*

Generation	Finite rate of	Intrinsic rate of	Net reproductive	Mean
	increase λ (1/d) (SEM)	increase r (1/d) (SEM)	rate R_0 (offspring/♀) (SEM)	generation time T (day) (SEM)
1	1.0901d ¹ (0.0127)	0.0863d (0.0113)	4.4d (0.8)	17.17a (0.48)
2	1.1553c (0.0099)	0.1443c (0.0085)	11.2cd (1.5)	16.75ab (0.33)
3	1.2010b (0.0127)	0.1832b (0.0100)	18.0bc (2.1)	15.77ab (0.38)
4	1.2318ab (0.0103)	0.2085ab (0.0082)	26.2ab (2.3)	15.66b (0.34)
5	1.2559a (0.0113)	0.2279a (0.0079)	33.7a (2.6)	15.43b (0.33)
6	1.2569a (0.0106)	0.2286a (0.0079)	35.9a (3.1)	15.38b (0.33)

¹ Same as in Table 1.

表八 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至高粱之成蚜壽命及繁殖率

Table 8. Longevity and fecundity of *Tetraneura nigriabdominalis* adults when transferred from *Eleusine indica* to *Sorghum bicolor*

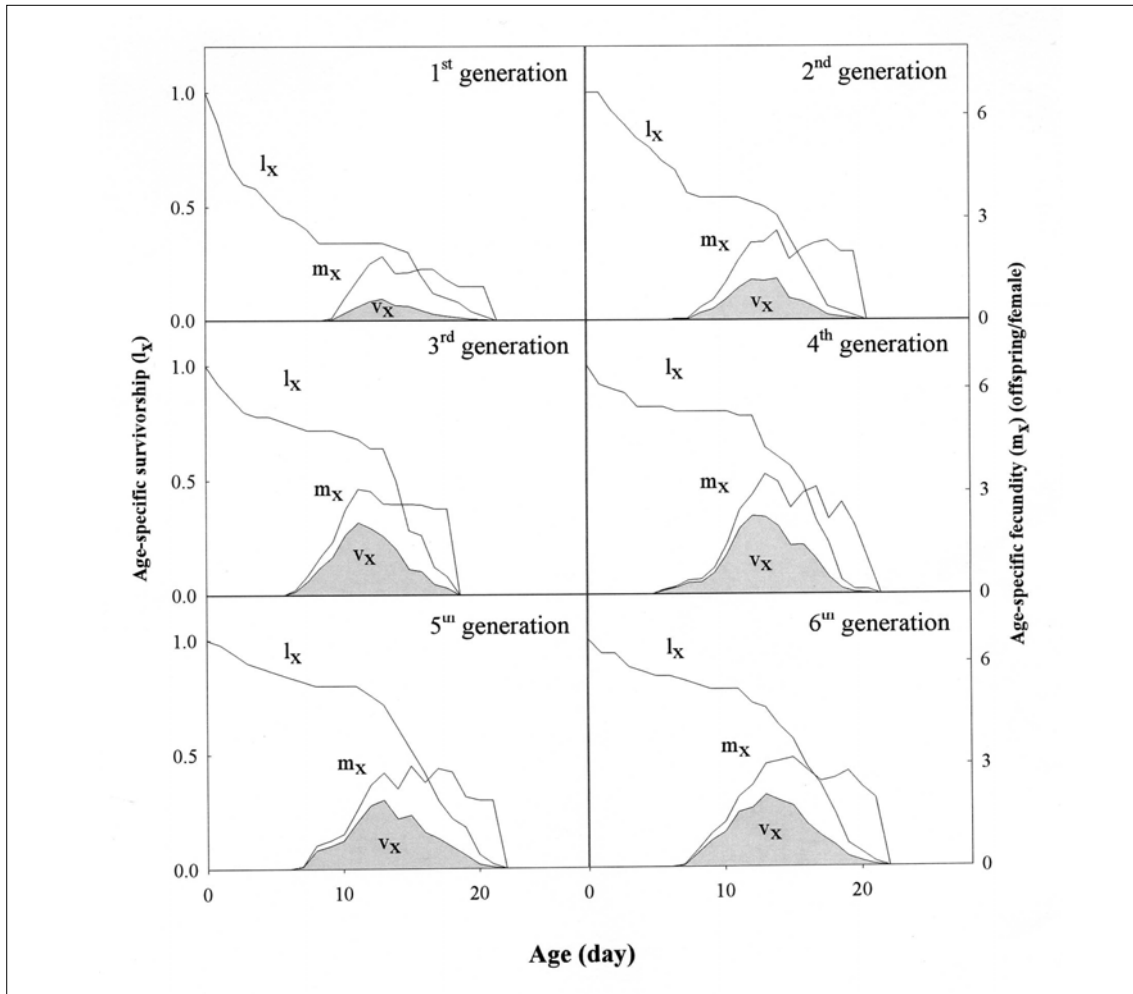
Generation	Longevity (day)		Fecundity (offspring/♀)	
	n^1	Mean (SD)	n	Mean (SD)
1	17	7.29a ² (1.86)	17	10.12b (4.76)
2	27	7.37a (1.94)	27	13.74ab (8.45)
3	36	7.67a (1.35)	36	18.19a (6.86)
4	41	7.71a (1.94)	41	19.54a (9.55)
5	40	7.40a (1.50)	40	16.80a (7.97)
6	39	7.36a (1.88)	39	18.67a (8.78)

^{1,2} Same as in Table 1.

隻子代，各世代間無顯著差異。

粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至高粱之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)曲線如圖四所示。在第 1~6 世代中，族群存活天數分別為 22、21、19、22、21 及 21

天；在第 1 世代中，僅有 34%的若蚜可成功存活至成蚜，且 50%族群自然死亡時間最短，為 6 天；第 2 世代則有 54%的族群可成功存活至成蚜，50%族群自然死亡時間為 14 天。第 3~6 世代能存活至成蚜族群比例介於 72~82



圖四 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至高粱之齡別存活率(l_x)、齡別繁殖率(m_x)及繁殖淨值(v_x)。

Fig. 4. Age-specific survivorship (l_x), fecundity (m_x), and net maternity value (v_x) of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Sorghum bicolor*.

%之間(表二)，50%族群自然死亡時間分別為15、17、16、16及16天。

轉移至高粱後之齡別繁殖率曲線中顯示出，第1世代具有最低之生殖高峰，母蚜於第14天產下1.88隻子代/♀。而第2~6世代之生殖高峰則分別發生在15、14、14、17及16天的2.61、2.66、3.50、2.93及3.18隻子代/♀。繁殖淨值佔之面積以第1及2世代為較小，而第3~6世代則較大。

表九為轉移至高粱之族群介量在6個世代之表現。終極增長率(λ)隨著世代數增加而上升，且不同世代之間具有顯著差異($F=19.38$; $df=5, 294$; $p<0.0001$)；第1世代之1.0832/天為最低；其次為第2世代之1.1475/天；第3~6世代間無明顯差異，分別為1.2152、1.2139、1.2097及1.2162/天。內在增殖率(r)於6個世代中與終極增長率具有相同趨勢，亦隨著世代數增加而上升，且不同世代之間具有

表九 粗長毛禾根綿蚜由牛筋草轉移至高粱之族群介量

Table 9. Population parameters of *Tetraneura nigriabdominalis* when transferred from *Eleusine indica* to *Sorghum bicolor*

Generation	Finite rate of increase λ (1/d) (SEM)	Intrinsic rate of increase r (1/d) (SEM)	Net reproductive rate R_0 (offspring/♀) (SEM)	Mean generation time T (day) (SEM)
1	1.0832c ¹ (0.0169)	0.0799c (0.0154)	3.4b (0.8)	15.45a (0.44)
2	1.1475b (0.0141)	0.1379b (0.0130)	7.4b (1.3)	14.54ab (0.33)
3	1.2152a (0.0113)	0.1949a (0.0088)	13.1a (1.4)	13.20b (0.28)
4	1.2139a (0.0102)	0.1939a (0.0083)	15.6a (1.6)	14.16ab (0.40)
5	1.2097a (0.0099)	0.1905a (0.0083)	13.4a (1.4)	13.64b (0.38)
6	1.2162a (0.0112)	0.1958a (0.0083)	14.6a (1.6)	13.68b (0.35)

¹ Same as in Table 1.

顯著差異 ($F = 19.13$; $df = 5, 294$; $p < 0.0001$)，以第 1 世代之 0.0799/天為最低，其次為第 2 世代之 0.1379/天；第 3~6 世代則較高，且彼此間無顯著差異，分別為 0.1949、0.1939、0.1905 及 0.1958/天。淨增殖率(R_0)於不同世代間亦具有顯著差異($F = 12.18$; $df = 5, 294$; $p < 0.0001$)，以第 3~6 世代之 13.1、15.6、13.4 及 14.6 子代/♀表現為佳，且四者間無顯著差異；而第 1 世代的 3.4 子代/♀及第 2 世代的 7.4 子代/♀則為 6 個世代中表現最低者，二者間無顯著差異。在 6 個世代中，平均世代時間(T)亦具有顯著差異($F = 4.78$; $df = 5, 294$; $p = 0.0003$)；第 1~6 世代分別為 15.45、14.54、13.20、14.16、13.64 及 13.68 天。

討 論

一、存活率、壽命及繁殖率

在四組轉移寄主試驗中，若蚜可成功存活至成蚜比例皆隨著世代數增加而上升，在第 6 世代中，若蚜存活比例介於 78~92%之間(表二)，其中以由牛筋草轉移至水稻上之族群具有較高之若蚜存活率，於第 6 世代中，若蚜可成功存活之比例為 92%。Guldmond *et al.* (1994)指出棉蚜(*Aphis gossypii*)在轉移寄主後連續飼育 3 代，其若蚜之死亡率下降，表示孤雌生殖之族群能表現出快速的遺傳改變。Yang *et al.* (1999) 指出桃蚜(*Myzus persicae*)族群之死亡主要集中在轉移寄主初期，表示其對寄主適應選擇主要發生在轉移寄主早期，而由本試驗結果可知粗長毛禾根綿蚜對寄主適應選擇亦是如此。

成蚜壽命在牛筋草轉移至水稻、水稻轉移至牛筋草及牛筋草轉移至高粱三組試驗中，並無隨著世代數增加而有明顯之差異(表一、表四及表八)。但在牛筋草轉移至玉米之試驗中，成蚜之壽命則隨著世代數增加而有延長之趨勢

(表六)。

成蚜繁殖率於四組轉移寄主試驗中皆隨世代數增加而上升。在牛筋草轉移至水稻、水稻轉移至牛筋草及牛筋草轉移至玉米三組試驗中，於第 4 代後之繁殖率則不具有顯著差異(表一、表四及表六)；而在牛筋草轉移至高粱試驗中，繁殖率則於第 2 代後即不具有顯著差異(表八)。在四組轉移寄主試驗中，以牛筋草轉移至水稻之族群具有較高之繁殖率，在第 4 世代後，平均每隻母蚜可產下 39 隻以上之子代。而由牛筋草轉移至高粱之蚜蟲族群則具有最低之繁殖率，在第 2 世代後，平均每隻母蚜產下超過 13 隻子代。

二、族群介量

在四組轉移寄主試驗中，皆以第 1 世代之 50% 族群自然死亡時間為最短，而族群存活天數在 6 個世代中則較無明顯之差異。 v_x 所佔之面積皆隨著世代數增加而變大(圖一至圖四)。

族群介量之結果可知，粗長毛禾根綿蚜之終極增長率在 6 個世代中皆大於 1，內在增殖率皆為正值，表示此蚜蟲族群在轉移寄主初期直至第 6 世代均屬於正成長，且隨著世代數增加其值皆有增加之趨勢，到後面幾個世代後則不具有顯著差異，而達到一個穩定的狀態，其中以牛筋草轉移至水稻上之族群表現較佳， r 值介於 0.2759~0.3006/天之間。淨增殖率在四組轉移寄主試驗中，亦具有相同之表現，其中也以牛筋草轉移至水稻上之族群表現較佳， R_0 值介於 36.9~39.35 子代/♀之間。Zhang *et al.* (2001) 試驗棉蚜於四種夏寄主間作轉移時，生命表分析於初期有顯著差異，但經若干世代生長，則不具有顯著性差異，此結果與本試驗相雷同。

由四組轉移寄主實驗結果可得知，粗長毛禾根綿蚜能成功在牛筋草、水稻、玉米及高粱

四種植物之間作轉移，且隨著世代數增加，族群生長之表現愈趨穩定。因此當田間主要栽培作物缺乏時，此蚜蟲能利用田邊雜草作為轉移寄主之用。Tamaki (1975) 指出桃蚜能在雜草上產生大量之族群，且能在田間作物生長季節時再遷回至栽培作物上取食為害。因此雜草管理為防治害蟲之重要課題之一，對於雜草上之蚜蟲生態研究顯得更為重要(Akibo-Betts and Raymudo, 1978; Weibull, 1993; Sandström *et al.*, 2000)。

引用文獻

- Akibo-Betts, D.T., and S. A. Raymundo. 1978. Aphids [*Hysteroneura setariae*, *Tetraneura nigriabdominalis*] as rice pests in Sierra Leone. *Int. Rice Res. Newsl.* 3: 15-16.
- Blackman, R. L., and V. F. Eastop. 1984. *Aphids on the World's Crops: An Identification Guide*. Wiley, British Museum. 466 pp.
- Chi, H. 1997. Computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. Available at <http://ftp.nchu.edu.tw/nchu.Ecology/Welcome.html>.
- Enoki, M. 1986. Resistance of the Japanese elm to the gall aphid, *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki). *J. Jpn. For. Soc.* 68: 514-516.
- Guldemond, J. A., W. T. Tigges, and P. W. F. De Vrijer. 1994. Host races of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on cucumber and chrysanthemum. *En-*

- viron. Entomol. 23: 1235-1240.
- Hasan, N., and C. R. Cervancia.** 1986. Insect pest colonization and succession in wheat, *Triticum aestivum* L. Philipp. Entomol. 6: 581-587.
- Sandström, J., A. Telang, and N. A. Moran.** 2000. Nutritional enhancement of host plants by aphids—a comparison of three aphid species on grasses. J. Insect Physiol. 46: 33-40.
- SAS Institute.** 2000. User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.
- Tamaki, G.** 1975. Weeds in orchards as important alternative source of green peach aphids in late spring. Environ. Entomol. 4: 958-960.
- Tao, C. C.** 1990. Aphid-Fauna of Taiwan Province, China. Taiwan Museum, Taipei. 328 pp.
- Weibull, J. H. W.** 1993. Bird cherry-oat aphid (Homoptera: Aphididae) performance on annual and perennial temperate region grasses. Environ. Entomol. 22: 149-153.
- Wijerathna, M. A. P., and J. P. Edirisinghe.** 1995. Preliminary observations on graminaceous aphid (Homoptera: Aphididae) of the Peradeniya University Park. Ceylou. J. Sci. 24: 34-41.
- Yang, X. W., X. X. Zhang, and H. Y. Tan.** 1999. The effects of host alteration on the population characteristics of *Myzus persicae* (Sulzer). Acta Ecol. Sinica 19: 715-719.
- Zhang, G. X.** 1999. Fauna of Agricultural and Forestry Aphids of Northwest, China Insecta Homoptera Aphidinea. China Environmental Science, Beijing. 563 pp.
- Zhang, X. X., J. Y. Zhao, G. X. Zhang, and X. F. Chen.** 2001. Studies on population adaptation and differentiation of *Aphis gossypii* Glover among host plant transplantation. Acta Ecol. Sinica 21: 106-111.

收件日期：2003年6月13日

接受日期：2003年12月20日

Effects of Host Plant Transplantation on the Population of the Root Aphid, *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki) (Homoptera: Pemphigidae) in the Laboratory

Mei-Hwa Kuo* and Yu-Hui Kuo Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan

ABSTRACT

Host alterations of the root aphid, *Tetraneura nigriabdominalis* (Sasaki), among four host plants (*Eleusine indica*, *Oryza sativa*, *Zea mays*, and *Sorghum bicolor*) were studied by comparing adult longevity, fecundity, and population parameters in the laboratory. Transplanted host plants were evaluated at $30 \pm 1\text{--}2^\circ\text{C}$ (70-80% RH; 12L: 12D) for continuous observations on six generations. Survivorship for nymphs growing to adults of *T. nigriabdominalis* in the first generation when transferred from *E. indica* to *O. sativa*, *Z. mays*, or *S. bicolor* was lower than 50%, and that of aphids transferred from *O. sativa* to *E. indica* was 52%. Nymph mortality decreased over three generations after host transfer. Survivorship of adult continually increased with time up to six generations to 78~92%. Adult fecundity, the intrinsic rate of increase, the finite rate of increase, and the net reproductive rate of populations continually increased to six generations after transplantation. However, there were no significant differences after the populations had bred for three or four generations on the four host plants.

Key words: *Tetraneura nigriabdominalis*, host plant transplantation, *Eleusine indica*, *Oryza sativa*, *Zea mays*, *Sorghum bicolor*.